

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-068461

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H03B 5/32  
G06F 1/04

(21)Application number : 09-228823

(71)Applicant : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD

(22)Date of filing : 11.08.1997

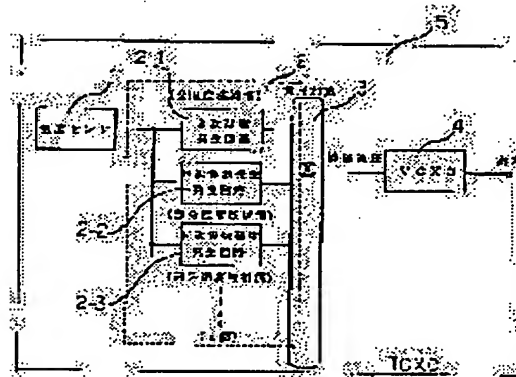
(72)Inventor : SUGANO MAKOTO

## (54) PIEZOELECTRIC OSCILLATION CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a highly stable frequency temperature characteristic by providing plural N-th order function generating circuit outputting DC voltage corresponding to a temperature in an optional temperature range so as to constitute a temperature compensation voltage generation circuit.

**SOLUTION:** A voltage controlled crystal oscillator (VCXO) 4 is provided with a cubic function characteristic outputting a specific frequency at a control voltage 2 V at a normal temperature and provided with a maximum value within a temperature range lower than a normal temperature and a minimum value within a temperature range higher than the normal temperature. A temperature sensor 1 provides outputs for plural N-th order function generating circuits 2-1 to 2-n. The circuit 2-1 is provided with a minimum value smaller than +2 V within a temperature range lower than the normal temperature and a maximum value larger than +2 V within a temperature range higher than the normal temperature by setting the normal temperature to be an inflection point temperature as output voltage. The other circuits 2-2 to respectively output the compensation voltage of a proper N-th order function concerning a part in a temperature range where the temperature characteristic of VCXO 4 cannot be compensated sufficiently by the output voltage of the circuit 2-1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68461

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 3 B 5/32

H 0 3 B 5/32

A

G 0 6 F 1/04

G 0 6 F 1/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-228823

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月11日

(71) 出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

(72) 発明者 菅野 誠

神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号

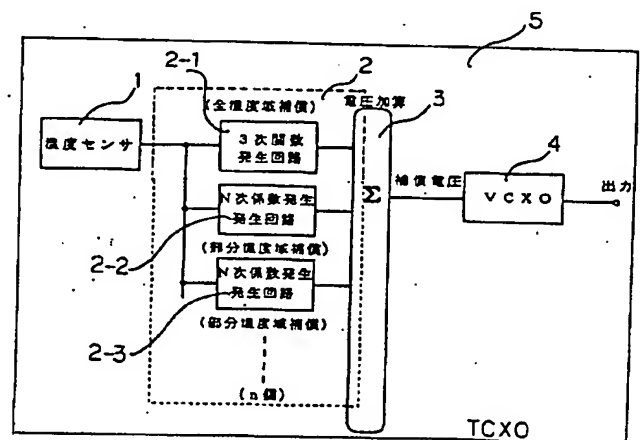
東洋通信機株式会社内

(54) 【発明の名称】 圧電発振回路

(57) 【要約】

【課題】 温度補償電圧を任意の温度範囲に於いて制御可能とすることで、高精度な周波数温度補正を可能とする温度補償型圧電発振器を実現する。

【解決手段】 温度補償方式を位相飛びの無いアナログ間接型として更に、任意の温度範囲に於いて直流電圧の出力を可能とした複数のN次関数発生回路2を補償電圧発生回路内に設けることにより部分的な温度範囲に於ける周波数補正が可能となり周波数温度特性をより高精度なものとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電圧制御型発振回路と、温度変化に伴い所定の補償電圧を前記電圧制御型発振回路に供給する電圧発生回路とを有し、前記電圧制御型発振回路の温度変化に伴う発振周波数の変化を抑えた温度補償型発振器に於いて、前記電圧発生回路が複数の N 次関数電圧発生回路とこれらの出力を加算する加算手段とを具備したものであることを特徴とする温度補償型発振器。

【請求項 2】 前記電圧発生回路を構成する N 次関数電圧発生回路の少なくとも一つが 3 次関数発生回路であることを特徴とする請求項 1 記載の温度補償型発振器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は圧電発振器に関し、特に温度補償型圧電発振器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年需要がより一層増大している携帯電話機等の移動体通信機には基準周波数源として小型な水晶発振器がキーパーツである。この様な移動体通信機に使用する水晶発振器には、その重要な特性の一つである使用温度範囲内に於ける発振周波数の安定度、即ち、周波数温度特性として、通常  $\pm 1 \sim \pm 3 \text{ ppm}$  の安定度が要求されている。一般に AT カット水晶振動子は温度変化に対する周波数特性が 3 次関数で近似されることが知られており、これを発振源として使用する水晶発振器の周波数温度特性も水晶振動子のそれに依存する。水晶振動子の中でも周波数安定度が高いことで知られている AT カット水晶振動子を用いたとしても水晶発振器の周波数温度特性を  $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$  の温度範囲に於いて  $\pm 10 \text{ ppm}$  以内に抑えることは不可能である。この為、移動体通信機に使用する場合には、水晶振動子の周波数温度特性を平坦化する為の温度補償回路を備えた温度補償型水晶発振器（以下 TCXO と称す）を用いるのが一般的である。

【0003】 この様な前記 TCXO の温度補償方式として、アナログ間接型温度補償方式が広く知られている。アナログ間接型補償方式とは、図 4 (a) に示すように発振ループ内に可変容量ダイオード等のリアクタンス値を電圧制御可能とする可変リアクタンス回路を備えた電圧制御水晶発振器（以下 VCXO と称す）を含めると共に、前記可変リアクタンス回路の両端に図 4 (b) に示すような抵抗素子とサーミスタ素子とから構成する回路網により導出した 3 次関数的な変化を呈する電圧を供給するものである。即ち、発振ループ内に温度変化に対し 3 次関数的なリアクタンス変化を与え、水晶発振回路としての周波数温度特性を所定値以内に補償するよう構成したものである。

## 【0004】

【本発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のアナログ間接型方式の TCXO に於いて、前記温度補償電圧

2

発生回路を構成するサーミスタ素子の感温特性のバラツキや抵抗素子等の温度特性によって、前記温度補償電圧発生回路を如何に調整しても、水晶振動子の周波数温度特性を完全に平坦化することは不可能であり、一般にアナログ間接型補償方式の TCXO の周波数温度特性の補償限界値は  $\pm 1.0 \text{ ppm}$  以内  $-30^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$  程度であって、これ以上の安定性を必要とする場合は、デジタル型温度補償または、恒温槽型の水晶発振器を使用する必要がある。デジタル型温度補償とは、周囲の温度情報をデジタル信号化し、この信号によって各温度に対応して出力すべき制御電圧コードを記憶したメモリ装置から読み出し、該制御電圧コードに基づいて電圧制御発振器に供給する制御電圧を作出するように構成した補償回路を備えたものである。しかしながら、デジタル化した温度情報に基づいて温度補償電圧を変化させる為該温度補償電圧は周囲温度変化に対し不連続な階段状の変化をする。この温度補償電圧を可変リアクタンス素子に印加した場合、発振周波数が温度変化に対し瞬間的に変化する「位相飛び」の問題が起き、このような特性を有する TCXO を移動体通信機に用いると通信の途切れや、誤ったデータの送信をする等の問題が発生する。その一方、前記恒温槽型の水晶発振器は高安定な周波数温度特性を有し、且つ、周波数の「位相飛び」が無いものの、恒温槽内を  $+70^\circ\text{C} \sim +90^\circ\text{C}$  程度に加熱する必要がある為、消費電力が TCXO の数十～数百倍も必要とする欠点がある他、恒温槽付の水晶発振器は大型で高価である為に小型で安価な移動体通信機に使用することは不可能である。

【0005】 本発明は、前記の問題を解決し「位相飛び」が無く、従来のアナログ間接型補償方式の TCXO と比較し、更に高安定な周波数温度特性を有し且つ、小型化が容易な TCXO を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明では周波数温度補償方式として、温度変化に対し発振器周波数の「位相飛び」の無いアナログ補償方式とし、その中でも集積化が不可能なサーミスタ素子を使用せず、任意の温度範囲に於ける発振器出力周波数の温度補償を実現を可能とする N 次関数発生回路を有する温度補償電圧発生回路を用いたアナログ間接型補償方式としている。更に、温度補償精度を向上させる為、任意の温度範囲に於いて直流電圧の出力を可能とする前記 N 次関数発生回路を複数備えた温度補償電圧発生回路としており、前記温度補償電圧発生回路の出力である直流電圧を発振回路の発振ループ中の可変リアクタンス素子に印加することにより、周波数温度補償を実現する TCXO としている。

## 【0007】

【本発明の実施の形態例】 以下に実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。図 1 は本発明に基づいた温度補償

電圧発生回路を用いた T C X O の一実施例を示すブロック回路の構成図である。前記図 1 に示す T C X O 5 は温度センサ 1 と複数の N 次関数発生回路 (2-1、2-2・・・2-n) から成る電圧発生回路ブロック 2 と加算回路 3 と電圧制御水晶発振器 (V C X O) 4 で構成しており、温度センサ 1 の出力は複数の N 次関数発生回路 (2-1、2-2・・・2-n) にそれぞれ入力するよう構成している。また、前記複数の N 次関数発生回路 (2-1、2-2・・・2-n) のそれぞれの出力は加算回路 3 を介し V C X O 4 の制御電圧入力部に入力する構成とすることで前記図 1 に示す T C X O 5 を構成している。図 1 の例では、前記図 1 中に示す V C X O 4 は常温中にて制御電圧入力部に入力する直流電圧を +2 V としたときに特定の周波数  $f_0$  を出力するよう設定している。図 2 (a) は前記図 1 中の V C X O 4 の制御電圧を +2 V 一定とした状態に於ける T C X O 5 の周波数温度特性の一例を横軸に温度、縦軸に周波数偏差として表したものである。即ち、温度補償機能無しの状態を示したものであり、水晶振動子の周波数温度特性がそのまま反映されて、常温を変曲点温度として、常温以下の温度範囲内に極大値、常温以上の温度範囲に極小値が存在する 3 次関数的特徴を呈する。図 2 (b) は前記図 1 中の V C X O 4 に於ける制御電圧値の変化に伴う発振周波数の変化を示す周波数制御電圧特性の一例を横軸に制御電圧値、縦軸に周波数偏差として表したものであり、前記制御電圧の増加に伴い前記 V C X O 4 の周波数が一次関数的に上昇することが解る。図 2 (c) は図 1 中の N 次関数発生回路 2-1 の温度に対する出力電圧値を示す温度補償電圧特性の一例を横軸に温度、縦軸に補償電圧として表したものであり、前記温度補償電圧特性は常温

【0008】また、その他の N 次関数発生回路 (2-2、2-3・・・2-n) は出力していないまたは、0 V 出力であるとしている。前記図 2 (a)、(b) の特性を有する前記図 1 中の V C X O 4 の制御電圧入力部に前記図 2 (c) に示す温度補償電圧を入力した場合の T C X O 5 の周波数温度特性が図 2 (d) に示す温度範囲

A' から A と B' から B と C' から C に於いて十分に相殺することができず、これが従来技術に於けるアナログ間接補償方式での補償限界状態に相当する。前記図 2 (d) に示す周波数温度特性を更に高安定な特性とする為には、同図 2 中に示す温度範囲 A' から A と B' から B と C' から C の周波数特性を相殺すべく図 3 (e) に示すような補正補償電圧を V C X O 4 の制御電圧入力部に入力してやればよい。尚、図 3 (e) の特性は図 2 (b) と図 2 (d) から求めることができる。また、前記図 3 (e) に示すような補正補償電圧は複数の関数式で表すことが可能であり、この例では本発明の効果を理

解し易くする為温度範囲 A' から A、は 2 次関数的な補正補償電圧として、温度範囲 B' から B は 3 次関数的な補正補償電圧として、温度範囲 C' から C は 1 次関数的な補正補償電圧としている。この 3 つの温度範囲の補正電圧はそれぞれ異なる N 次関数発生回路より出力され、図 3 (f) は前記 N 次関数発生回路 2-2 より出力する前記図 2 (d) の温度範囲 A' から A の補正補償電圧であり、図 3 (g) は前記 N 次関数発生回路 2-3 より出力する前記図 2 (d) の温度範囲 B' から B の補正補償電圧であり、図 3 (h) は前記 N 次関数発生回路 2-4 より出力する前記図 2 (d) の温度範囲 C' から C の補正補償電圧である。

【0009】前記 N 次関数発生回路 (2-2、2-3、2-4) より出力する補正補償電圧は前記 N 次関数発生回路 2-1 の出力である補償電圧と前記図 1 中に示す加算回路 3 により加算した後、前記図 1 中に示す V C X O 4 の制御電圧入力部に入力することで、前記図 1 中に示す T C X O 5 の周波数温度特性は図 3 (i) に示す如く高安定 (例えば  $\pm 0.5 \text{ ppm}$  以内 /  $-30^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ ) な特性となる。尚、発明に基づく実施例では発振器圧電素子として A T カット水晶振動子を用いたが本発明はこれに限るものでなく、前記図 1 に示す N 次関数発生回路の出力を 3 次関数に限らないあらゆる関数を用いて調整することにより様々な圧電素子に適用できる。

【0010】

【発明の効果】本発明に基づく温度補償電圧発生回路を備えた温度補償型圧電発振器は、アナログ補償方式である為デジタル方式で発生する「位相飛び」が無く、また前記温度補償電圧発生回路は任意の温度範囲に於いて直流電圧の出力を可能とした複数の N 次関数発生回路により構成する為、従来技術を用いた温度補償型圧電発振器と比較し、高安定な周波数温度特性を実現することが可能である。更に、本発明に基づく温度補償電圧発生回路にはサーミスタ素子を使用していない為、集積化が容易であり発振器の更なる小型化を可能にする。

【0011】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる T C X O の一実施例を示すブロック図

【図 2】(a)・・・補償前の発振器周波数温度特性を示す

(b)・・・V C X O の周波数制御電圧特性を示す

(c)・・・N 次関数発生回路 2-1 の補償電圧を示す

(d)・・・T C X O の周波数温度特性を示す

【図 3】(e)・・・補正補償電圧

(f)・・・N 次関数発生回路 2-2 による補正補償電圧

(g)・・・N 次関数発生回路 2-3 による補正補償電圧

(h)・・・N 次関数発生回路 2-4 による補正補償電圧

(i)・・・本発明による T C X O の周波数温度特性

【図 4】(a)・・・従来に於けるアナログ間接型温度補

5

償発振器ブロック構成図を示す

(b)・・・補償電圧発生回路の一例を示す

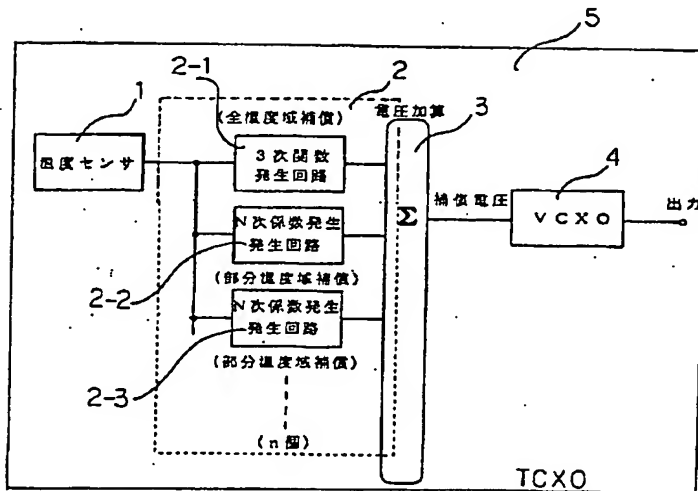
【符号の説明】

1・・・温度センサ

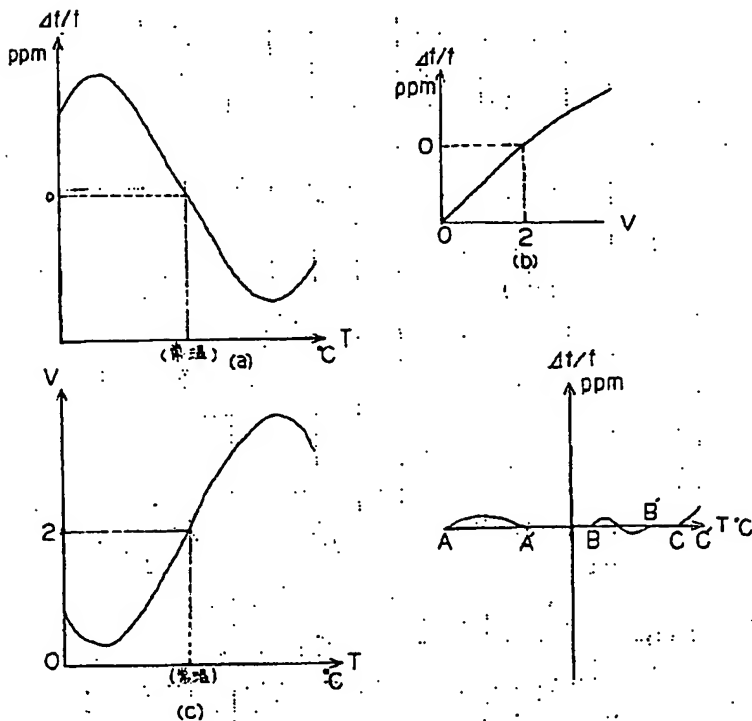
2・・・電圧発生回路ブロック

(2-1、2-2、2-3・・・2-n)・・・N次関数

【図1】



【図2】



6

発生回路

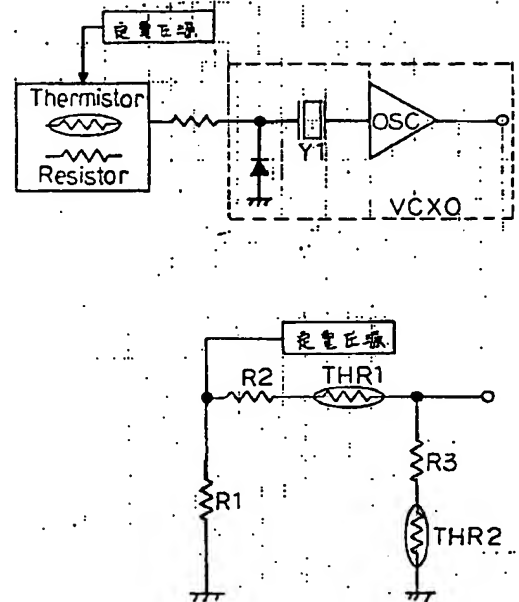
3・・・加算回路

4・・・電圧制御水晶発振器 (VCXO)

R1、R2、R3・・・抵抗素子

THR1、THR2・・・サーミスタ素子

【図4】



【図3】

